

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10227906
PUBLICATION DATE : 25-08-98

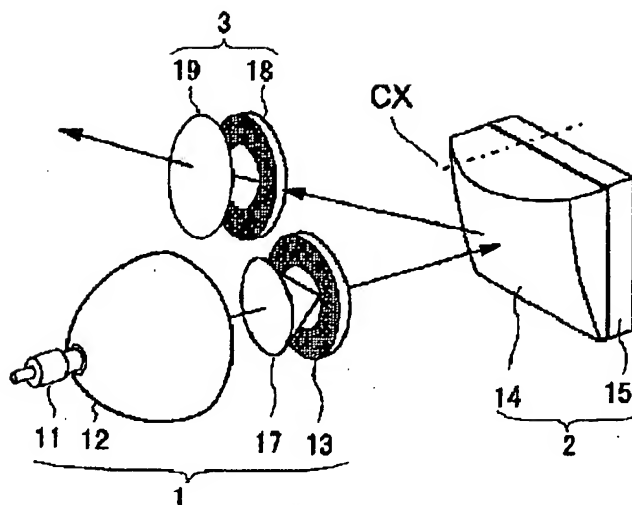
APPLICATION DATE : 13-02-97
APPLICATION NUMBER : 09029405

APPLICANT : ASAHI GLASS CO LTD;

INVENTOR : SEKINE MINORU;

INT.CL. : G02B 3/00 G02F 1/13 G02F 1/1335
G03B 33/12

TITLE : PROJECTION TYPE OPTICAL DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To project a light image and to obtain a high contrast ratio by arranging the center axis of the curved surface of an eccentric image forming means, which is arranged between a light source system and a projection optical system, outside the surface of an optical element.

SOLUTION: The light emission part of a light source 11 consisting of a metal halide lamp, etc., is arranged at the 1st focus position of an elliptic mirror 12 and after the light emitted by the light source 11 is converged by the elliptic mirror 12 on nearby its 2nd focus, light having passed through a 1st aperture stop 13 arranged at the 2nd focus position is converged by an eccentric piano-convex lens 14 to impinge on a reflection type liquid crystal optical element 15, reflected by the rear side to return to the incidence side, and converged by passing through the eccentric piano-convex lens 14 again, so that the light is passed through a 2nd aperture stop 18 as a device which reduces diffused light and projected by a projection lens 19 of the projection optical system on a screen. In this case, the convex surface of the eccentric piano-convex lens 14 is axially symmetrical and its symmetry axis CX is not in the surface of the liquid crystal optical element 15, i.e., an optical modulating layer. Namely, the axis of symmetry corresponding to the center axis of the original curved surface is provided outside the area of an optical modulating means.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

特開平10-227906

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月25日

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号

G 0 2 B 3/00

G 0 2 F 1/13

1/1335

G 0 3 B 33/12

5 0 5

5 3 0

F I

G 0 2 B 3/00

G 0 2 F 1/13

1/1335

G 0 3 B 33/12

Z

5 0 5

5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-29405

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月13日

(71) 出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72) 発明者 大井 好晴

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

(72) 発明者 関根 実

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

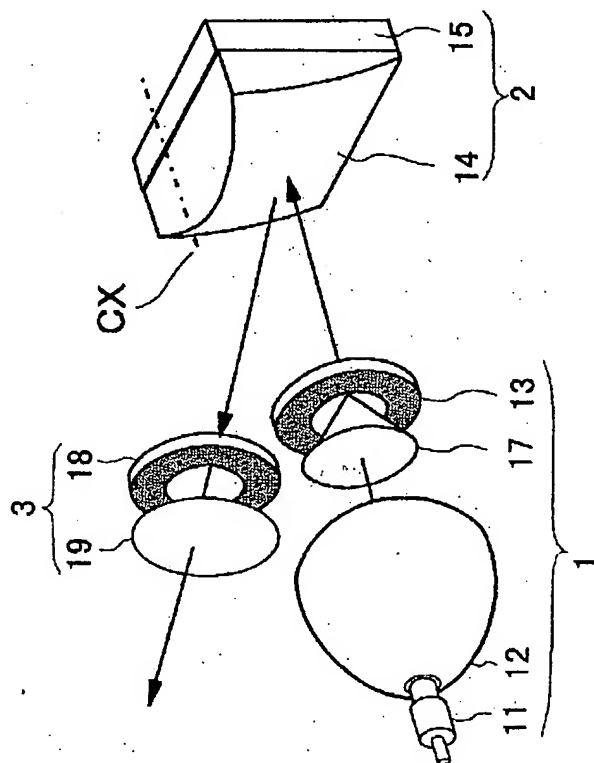
(74) 代理人 弁理士 泉名 謙治

(54) 【発明の名称】 投射型光学装置

(57) 【要約】

【課題】高いコントラスト比で明るい画像を投射する投射型光学装置を得る。

【解決手段】光源系1と透過散乱型の動作モードを有する光学素子15と反射機能層とが備えられた光変調手段2と、投射光学系3とが設けられ、光源系1と投射光学系3の間の光路に偏心性結像手段14が配置され、偏心性結像手段14の曲面の中心軸が光学素子15の面外に配置される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光源系と、透過散乱型の動作モードを有する光学素子と反射機能層とが備えられた光変調手段と、投射光学系とが設けられた投射型光学装置において、光源系と投射光学系との間の光路に偏心性結像手段が配置され、偏心性結像手段の曲面の中心軸が光学素子の面外に配置されたことを特徴とする投射型光学装置。

【請求項2】光変調手段に入射される入射光の光軸AXと、光変調手段の光学素子が透過状態のときに反射機能層で反射されて、光変調手段から出射される出射光の光軸BXとが交差角度 $\gamma=4\sim 30^\circ$ を有することを特徴とする請求項1記載の投射型光学装置。

【請求項3】偏心性結像手段が偏心平凸レンズであって、光変調手段への入射光の光軸AXと出射光の光軸BXとによって規定される平面内に偏心平凸レンズの凸面の回転対称軸が存在することを特徴とする請求項1または2記載の投射型光学装置。

【請求項4】光源系は光源と楕円鏡と第1の開口絞りとが備えられ、楕円鏡の第1焦点近傍に光源の発光部が配置され、楕円鏡の第2焦点近傍に第1の開口絞りの開口部が位置するように第1の開口絞りが配置され、第1の開口絞りの開口部を通過した光が光変調手段に入射せしめられ、偏心性結像手段を通過して光学素子に入射され、反射機能層によって正規反射された光が再び前記偏心性結像手段を通過し、集光され、第1の開口絞りと空間的に重ならない位置に第1の開口絞りの共役像が形成され、その共役像の近傍に共役像とほぼ同じ開口形状の第2の開口絞りが配置されたことを特徴とする請求項1、2または3記載の投射型光学装置。

【請求項5】光学素子は透明電極を有する表電極基板と反射機能層を有する裏電極基板との間に、液晶／高分子複合体層が挟持され、電圧の印加時または非印加時のいずれかの状態においてその高分子相の屈折率が液晶の屈折率とほぼ一致するようにされた反射型の液晶光学素子であり、偏心性結像手段が偏心平凸レンズであり、液晶光学素子の光入射側に偏心凸レンズの平面が接合され、平凸レンズはその凸面の回転対称軸が液晶光学素子の反射機能層の外部に位置するように配置されたことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載の投射型光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反射型の投射型光学装置およびそれに用いる光学素子に関する。

【0002】

【従来の技術】投射型光学装置は画像を一定の距離だけ離れたスクリーンに投射し、直視型の光学装置に比べて大きな投射画像を得ることを目的とする。例えば、映写機も基本的に同様の構造を備えている。つまり、光源から供給される強い光を画像データで変調し、レンズ光学

系を経て、投射する投射光学装置の構造が古くから知られていた。

【0003】また、投射型光学装置に用いる光変調手段として種々の光学素子がある。散乱性を有する光学素子としては、サスペンションディスプレイ素子、レーザ書き込みモード液晶素子やダイナミック・スキャタリング(DSM)の液晶素子などが従来から知られていた。

【0004】SIDプロシーディングズ Vol. 18 / 2 第2クォーター1977、134～146頁、「ライトバルブのためのプロジェクションシステム」(従来例1)に各種の光変調手段とシュリーレン光学系とを組み合わせた投射光学装置に関する説明が開示された。光変調手段として、PLZTや液晶素子が例示され、シュリーレン光学系と組み合わせた投射光学装置であり、従来例1の図8～図10に反射モードの構成が示された。

【0005】また、新しい動作モードを持つ液晶素子を投射型光学装置に用いた発明が特開平5-196923(従来例2)や、特開平7-5419(従来例3)に示された。この従来例2、3に採用された液晶素子は液晶／高分子複合体素子、高分子／分散型液晶素子、あるいは単に分散型液晶素子(以後、LC/PCとも呼ぶ)などと呼ばれ、電界駆動で高い散乱性能と透過率を有し、従来の偏光板を内蔵する光吸収型のツイスト・ネマチック(TN)液晶素子やスーパーツイストネマチック(STN)液晶素子よりも明るく、コントラストの高い表示を行うことが可能となった。

【0006】従来例2では、LC/PCを反射型液晶表示素子として構成し、反射型の投射型液晶光学装置を形成した。従来例3では、デルタ型に配置した2枚のダイクロックミラー面を挟むように配置した3枚の反射型LC/PC素子によって、投射表示を行うものであった。

【0007】また、SID95ダイジェストの227頁に、透過散乱型の液晶光学素子を反射型の光学装置として用いた投射型光学装置が記載された。その平面図を図8に、側面図を図9に示す(従来例4)。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これらの従来例の投射型光学装置において、光学素子を反射型の光路配置として設定すると、光反射層と平行な素子界面におけるフレネル反射光が反射層における反射光に重畳するため、特に暗レベルの増大を招いていた。その結果、投射画像のコントラスト比が劣化するためなんらかのフレネル反射光低減対策が必要となっていた。

【0009】従来例4における対策、つまり反射型の液晶光学素子界面の反射低減手段として、第1案は光入射側ガラス基板面と透過散乱型材料との界面の、ガラス基板面側に微細な凹凸を形成し入射光を乱反射させることによって、投射レンズの開口部を通過し投射スクリーン

に到達されないようにしている。第2案は反射型液晶素子の光入射側ガラス基板に接合された平凸レンズの空気との界面に反射防止膜を形成し、フレネル反射率を低減している。

【0010】この場合、反射防止膜を用いた通常の反射防止によって可能な反射率値の低減は反射防止波長帯域に依存し、波長帯域が100nm以下と狭い場合0.2%以下維持することが可能であるが、可視波長域全域のような200nm以上に及ぶ広波長帯域において0.2%以下の残留反射率に安定して維持することは難しく、0.3~0.5%程度が限界であった。

【0011】このため、平凸レンズの回転対称軸が液晶光学素子の反射機能層の内部に位置するような図9の場合、反射機能層と平行な平凸レンズの凸面界面が必ず存在するため、このような残留反射が残った投射型光学装置を用いた場合、投射像に平凸レンズの凸面における残留反射波長域の界面反射光が投射像に重畳し、明るい色付いたスポットが出現する。

【0012】ダイクロミックミラー等の色分離合成素子を組み合わせて配置し、光源光をいったんRGB各色光に分離した後、3板のRGBごとの各反射型光学素子に入射せしめる場合は、各入射光の波長帯域が100nm以下と狭いため、低反射率の反射防止膜形成は比較的容易である。

【0013】しかし、単一の反射型光学素子を用い、かつ白色光源を投射用光源として用いた場合、上記界面反射に起因したスポットの低減が強く要求されていた。また、RGB各色毎に反射型光学素子が配置された3板構成の場合もRGB波長域ごとに反射防止膜を作り分ける必要が生じ、生産性を向上することが困難であった。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、前述の課題を解決すべくなされたものであり、明るく高コントラスト比を有する投射型光学装置、およびそれに用いる液晶光学素子を提供するものである。

【0015】すなわち、本発明の請求項1の発明は、光源系と、透過散乱型の動作モードを有する光学素子と反射機能層とが備えられた光変調手段と、投射光学系とが設けられた投射型光学装置において、光源系と投射光学系の間の光路に偏心性結像手段が配置され、偏心性結像手段の曲面の中心軸が光学素子の面外に配置されたことを特徴とする投射型光学装置を提供する。

【0016】また、請求項2の発明は、光変調手段に入射される入射光の光軸AXと、光変調手段の光学素子が透過状態のときに反射機能層で反射されて、光変調手段から出射される出射光の光軸BXとが交差角度 $\gamma=4\sim 30^\circ$ を有することを特徴とする請求項1記載の投射型光学装置を提供する。

【0017】また、請求項3の発明は、偏心性結像手段が偏心平凸レンズであって、光変調手段への入射光の光

軸AXと出射光の光軸BXとによって規定される平面内に偏心平凸レンズの凸面の回転対称軸が存在することを特徴とする請求項1または2記載の投射型光学装置を提供する。

【0018】また、請求項4の発明は、光源系は光源と楕円鏡と第1の開口絞りとが備えられ、楕円鏡の第1焦点近傍に光源の発光部が配置され、楕円鏡の第2焦点近傍に第1の開口絞りの開口部が位置するように第1の開口絞りが配置され、第1の開口絞りの開口部を通過した光が光変調手段に入射せしめられ、偏心性結像手段を通過して光学素子に入射され、反射機能層によって正規反射された光が再び前記偏心性結像手段を通過し、集光され、第1の開口絞りと空間的に重ならない位置に第1の開口絞りの共役像が形成され、その共役像の近傍に共役像とほぼ同じ開口形状の第2の開口絞りが配置されたことを特徴とする請求項1、2または3記載の投射型光学装置を提供する。

【0019】また、請求項5の発明は、光学素子は透明電極を有する表電極基板と反射機能層を有する裏電極基板との間に、液晶／高分子複合体層が挟持され、電圧の印加時または非印加時のいずれかの状態においてその高分子相の屈折率が液晶の屈折率とほぼ一致するようにされた反射型の液晶光学素子であり、偏心性結像手段が偏心平凸レンズであり、液晶光学素子の光入射側に偏心凸レンズの平面が接合され、平凸レンズはその凸面の回転対称軸が液晶光学素子の反射機能層の外部に位置するように配置されたことを特徴とする請求項1~4のいずれか1項記載の投射型光学装置を提供する。

【0020】本発明の投射型光学装置では、光変調手段として透過散乱の動作モードを有する光学素子を用いて、他の光学要素と組み合わせて反射型の投射型光学装置を構成する。この場合、散乱状態の画素では、散乱されずに裏側まで到達した光は反射機能層で反射され、光路を戻す際に、再度セル内の散乱部分を通過することで散乱され、結果として薄い光変調層で高い散乱率が得られる。また、透過型の光学素子に対して同じ散乱能とした場合、光変調層を薄く形成できるので、その結果駆動電圧が低減できる。

【0021】また、この光学素子が画素からなる表示素子で、画素ごとに能動素子が形成されたアクティブマトリックス駆動方式である場合、各画素ごとに蓄積容量を形成する際に、反射型にすることにより蓄積容量形成に伴う画素開口率の減少が低減される。そのため透過型に比べて高開口率が得られやすいとともに、能動素子の設計自由度が増すので有利となる。

【0022】具体的には上記のLC/PCを用いることが好ましい。なぜなら、電氣的に散乱状態と透過状態とを直接制御でき、明るい光源を使用でき、かつ透過時の光の透過率を大幅に向上できるからである。また、光学素子の表側の電極基板の界面における光の反射率を低減

することが好ましい。高コントラスト比が容易に得られるからである。LC/PCのセルギャップとして、およそ8~12 μm とすると、駆動電圧を7~8Vに設定できる。

【0023】本発明に用いるLC/PCセル内の液晶/高分子複合体層自身の比抵抗としては、 $5 \times 10^{10} \Omega \text{cm}$ 以上のものが好ましい。さらに、漏れ電流等による電圧降下を最小限にし、高精細度の表示を得るためには、 $10^{11} \Omega \text{cm}$ 以上がより好ましく、この場合には大きな蓄積容量を画素電極毎に付与する必要がない。

【0024】液晶/高分子複合体の構造は種々のものがあるが、本発明では、特に、細かな孔が多数連通して形成された高分子相（ネットワーク構造）と、連通した孔の部分に充填された液晶相とから構成されていることが好ましい。そして、液晶と高分子相は電圧の印加時または非印加時のいずれかの状態においてその高分子の屈折率が使用する液晶の常光屈折率（ n_o ）または異常光屈折率（ n_e ）とほぼ一致するように設けられる。

【0025】液晶の常光屈折率（ n_o ）は高分子相の屈折率（ n_p ）とほぼ一致することが好ましく、この時電界印加時に高い透明性が得られる。具体的には $n_o - 0.03 < n_p < n_o + 0.05$ の関係を満たすことが好ましい。

【0026】これに所望の画素の電極間に電圧を印加する。この電圧を印加された画素部分では、液晶が電界方向に平行に配列し、液晶の常光屈折率（ n_o ）と高分子相の屈折率（ n_p ）とが一致することにより透過状態を示し、当該所望の画素で光が透過することとなり、投射スクリーンに明るく表示される。

【0027】液晶の屈折率異方性 $\Delta n (= n_e - n_o)$ は、散乱性に寄与し、高い散乱性を得るには、ある程度以上大きいことが好ましく、具体的には $\Delta n \geq 0.18$ が好ましく、特に $\Delta n \geq 0.20$ が好ましい。

【0028】また、誘電異方性が正のネマチック液晶を用いることが好ましい。また、液晶の体積分率 ϕ は、およそ60~70%とすることが好ましい。63~67%とすることがより好ましい。また、液晶に求められる動作温度範囲、動作電圧など種々の要求性能を満たすには組成物を用いた方が有利である。

【0029】このLC/PCを表電極基板と、反射膜を有する裏電極基板との間に挟持して反射型の液晶光学素子とする。この反射型の液晶光学素子の電極間への電圧の印加状態により、その液晶の屈折率が変化し、高分子相の屈折率と液晶の屈折率との関係が変化し、両者の屈折率が一致した時には透過状態（正規反射して光が出射）となり、屈折率が異なった時には散乱状態（拡散光が出射）となる。

【0030】本発明に用いるLC/PCは光励起重合相分離法で形成することが好ましい。LCPCを構成する高分子相の材料としては、未硬化の硬化性化合物として

光硬化性化合物の使用が好ましく、なかでも、オリゴマーを含有した光硬化性ビニル系化合物の使用が好ましい。例えば、特開昭63-271233、特開昭63-278035、特開平3-98022に開示された技術である。もちろん、他の手法によるLC/PCも基本的には採用できる。

【0031】また、これらの液晶と硬化性化合物との未硬化の混合物には、基板間隙制御用のセラミック粒子、プラスチック粒子、ガラス繊維等のスペーサ、顔料、色素、粘度調整剤、その他本発明の性能に悪影響を与えない添加剤を添加してもよい。なお、このLC/PCを使用した反射型の液晶表示素子の透過状態での透過率は高いほどよく、散乱状態でのヘイズ値は80%以上であることが好ましい。

【0032】本発明で能動素子としてTFTを用いる場合には、半導体材料としてはシリコンが好適である。特に多結晶シリコンは、非結晶シリコンよりも高駆動可能であって、面積の小さなTFTで動作可能となり、高い開口率を達成でき明るい表示が得られる。また、裏電極基板としてMOS半導体基板を用いることもできる。この場合、駆動電圧をTFTよりも高くでき、15V駆動のときに、セルギャップを15 μm 程度まで厚くすることができる。

【0033】図1は、本発明の投射型液晶光学装置の基本的構成を示す全体図である。また、図2は本発明の投射型液晶光学装置の基本的構成を示す平面図の模式図である。図3は、本発明の投射型液晶光学装置の基本的構成を示す側面図の模式図である。

【0034】図2および図3において、楕円鏡12の第1焦点位置にメタルハライドランプ等の光源11の発光部が配置され、光源11から出射した光は楕円鏡12でその第2焦点近傍に集光された後、第2焦点位置に配置された第1の開口絞り13を通過した光が偏心平凸レンズ14で集光され反射型の液晶光学素子15に入射し、裏側で反射されて入射側に戻ってきて、再度、偏心平凸レンズ14を通過し集光され、拡散光を減ずる装置である第2の開口絞り18を通過し、投射光学系の投射レンズ19により図示されていないスクリーンに投射される。

【0035】図1~図3において、楕円鏡12の第2焦点位置近傍に配置された錐体状プリズム17は液晶表示素子に照射される光の分布を均一化するとともに光利用効率を改善する効果を有する。

【0036】偏心平凸レンズ14の平面側は液晶光学素子15の光入射側ガラス基板に平凸レンズ14、およびガラス基板と屈折率がほぼ等しいカップリングオイル156を用いて接合することによって、界面反射は生じない。

【0037】図4に光変調手段である液晶光学素子15と偏心平凸レンズ14の側面図を示す。偏心平凸レンズ

14の凸面は回転対称形状を有し、その対称軸C Xは液晶光学素子15の面内、つまり光変調層内部には位置しないような構成とする。つまり、元の曲面の中心軸に相当する対象軸が光変調手段の領域の外に位置するように設けられる。これにより、液晶光学素子内の反射層154と平行な平凸レンズ14の凸面は存在しないため、偏心平凸レンズ14に入射した光のうち、凸面で生じるフレネル反射光は、図4の点線で示されるように、拡散光となって投射光学系の第2の絞り18の開口部に入射せず、したがって投射像に重畳しない。

【0038】図4では液晶光学素子15への入射光の光軸A Xが反射機能層（反射電極）に対して略垂直になるように配置している。この場合、液晶／高分子複合体の層が透明状態のとき、偏心性の平凸レンズの凸面で屈折した入射光は反射機能層に一定の角度を有して入射し、正規反射した光は再び平凸レンズの凸面で屈折して空気側に射出する。その結果、入射光の光軸A Xと射出光の光軸B Xとは偏心平凸レンズの形状に応じて、一定の角度 γ をなすこととなり、投射光の光軸が水平から傾いた「あおり投射」が実現する。

【0039】図4において、液晶光学素子15のY軸方向の有効面長さを p とし、偏心平凸レンズ14の焦点距離を f とすると、入射光の光軸A Xが液晶光学素子の有効面の中心にくるように配置した場合、次式の関係となるような焦点距離 f の偏心平凸レンズ14を用いればよい。

【0040】

【数1】 $\tan(\gamma) \geq p/f \dots (1)$

【0041】角度 γ を 30° 以上の大きな値に設定した場合、投射レンズの高い解像性能の達成や偏心平凸レンズ14の作製が困難となるため、実用的には γ は 30° 以下が好ましい。さらに、全体の小型化のためには、角度 γ は $4 \sim 20^\circ$ 程度が好ましい。

【0042】この偏心平凸レンズ14は平凸レンズの回転対称軸C Xを含む面を一つの切断面とした長方形形状にしている。具体的には、通常の円形平凸レンズを図5のように切断して作製すればよい。1枚のレンズから2枚の偏心平凸レンズが形成できる。さらに、切断された側面に光吸収層141を形成することにより光変調素子内部に伝搬する迷光を吸収することが好ましい。これにより、迷光に起因するフレアやコントラスト比の劣化が改善される。

【0043】ここで用いられる偏心平凸レンズ14の素材はガラスあるいはプラスチックのいずれでも構わない。また、凸面の形状は球面が一般的だが、投射像の解像度および投射レンズと組み合わせたときの収差を低減するために非球面形状とすることが好ましい。また、フレネル形状とすることによって偏心平凸レンズを薄厚化し、軽量・安価にしてもよい。

【0044】本発明の光源系は、図1～図3では楕円面

鏡を集光鏡として用いた例を示したが、放物面鏡、球面鏡やレンズ等を適当に組み合わせたものも光源光学系として使用できる。ランプとしては、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ等がある。さらに、この光源系には冷却系を付加したり、赤外線カットフィルターや紫外線カットフィルタ等を組み合わせてもよい。

【0045】また、凸錐体状プリズム17の凸面を光源側に配置しても構わないし、代わりに凹錐体状プリズムを用いてもよい。このような光学素子を用いることにより、投射光の照度均一性および光利用効率が向上する。また、効果は低減するが、レンズ、マイクロレンズアレイ、ロッドインテグレートや拡散板等の光学要素を配置しても構わない。

【0046】また、複数の光変調手段に色光を入射させる場合には、最初から3色の光源を準備してもよいし、ダイクロイックミラー、ダイクロイックプリズム等により分光してもよい。具体的に図3および図4の装置に適用するとすれば、偏心平凸レンズ14と光源系1および投射光学系3との間にダイクロイックミラー系4をさらに配置し、RGBの各色光に対して3個の光変調素子が配置されることになる。

【0047】その構成例の平面図を図6に側面図を図7に示す。この例では、R反射G透過のダイクロイックミラー41とB反射G透過のダイクロイックミラー42の2枚構成で光源系からの入射白色光をRGBに色分離するとともにRGB各液晶光学素子15R、15G、15RからのRGB反射光を色合成用している。ここで、Rは赤色帯域の波長光、Gとは緑色帯域の波長光、Bとは青色帯域の波長光を意味する。

【0048】本発明の投射系は、図1～図3では模式的に単一の投射レンズ19と第2の絞り18の構成を示したが、液晶光学素子が微細な画素からなる表示素子でスクリーン上に画像を結像する場合、表示面の隅々まで表示画素を分解できる投射レンズの解像度が要求されるため、投射レンズは一般に複数枚の材質・形状の異なるレンズから構成されている。

【0049】このような場合、第2の開口絞り18の相対的位置は投射レンズ内の瞳位置、すなわち、光源系の第1の開口絞り13のレンズ14によって形成される共役像位置に設け、かつ、第1の開口絞り13の開口形状の共役像とほぼ一致するように第2の開口絞り18の開口形状が設定されることが好ましい。

【0050】図4は、本発明の投射型光学装置に用いる反射型の液晶光学素子15の断面図である。液晶光学素子15は、内面に透明電極152が形成された表電極基板151と内面に反射電極膜154が形成された裏電極基板153とによってセル組みされた素子にLC/PC155が封入された構成となっている。この透明電極152と反射電極膜154との間に電圧を印加することに

よりLC/PC155が光散乱と光透過の状態が変化する。

【0051】図4の光変調手段では、このような液晶光学素子15に平凸レンズ14がインデックスマッチングされたカップリング材156で接合されている。図4では液晶光学素子15の表電極基板151と平凸レンズ14とが個別に存在し後で接合する形態を示しているが、偏心平凸レンズ14の平面側に透明電極152が形成されたものを用いることにより、液晶光学素子15の表電極基板151を偏心平凸レンズ14で代用できる。この場合、後からレンズを接合する必要はなくなる。

【0052】本発明の反射型の液晶光学素子15の表電極基板151は、ガラス、プラスチック等の透明基板であり、その内面に In_2O_3 - SnO_2 (ITO)、 SnO_2 等の透明電極が形成されており、通常はベタ電極にされている。

【0053】この液晶光学素子15に接合された平凸レンズ14の凸面の表面には反射防止膜142を形成することが界面反射光による透過率損失を低減するために好ましい。この反射防止膜は、レンズ材質と空気との界面反射を低減するように設計された SiO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 MgF_2 、 Al_2O_3 、 CeF_3 等の無機物やポリイミド等の有機物の単層、多層の干渉膜である。

【0054】また、液晶光学素子の透明電極が形成された面にも、表電極基板の基板自体と透明電極152との間に反射防止膜を設けてもよい。さらに、多層反射防止膜において、構成要素として透明電極の屈折率、膜厚を調製して用いてもよい。また表電極基板の基板自体に微細な凹凸を形成した後透明電極膜を形成することにより界面反射を散乱させることにより正規反射を防止する構成であってもよい。

【0055】裏電極基板は、電極を有するとともに反射膜により反射機能を有するので、ガラス、プラスチック、金属、セラミックス、半導体等いずれでもよい。

【0056】そして、この裏電極は画素電極として、パターンニングされて用いられるので、必要に応じて、TFT、薄膜ダイオード、MIM等の能動素子を設けて接続する。なお、好ましくない反射を低減させるためには、このような能動素子は裏電極基板に設けることが好ましい。また、MOS半導体基板を裏電極基板として用いた場合、駆動電圧を高めることができる。

【0057】また、反射膜154は屈折率が相対的に高い透光性誘電体薄膜と屈折率が相対的に低い透光性誘電体薄膜とを積層してなる誘電体多層膜でもよい。多層膜は、 SiO_2 、 MgF_2 、 Na_3AlF_6 等の低屈折率透光性誘電体薄膜と TiO_2 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 ZnS 、 ZnSe 、 ZnTe 、 Si 、 Ge 、 Y_2O_3 、 Al_2O_3 等の高屈折率透光性誘電体薄膜とを交互に積層した構造からなり、必要とする反射および透過波長帯、反射率に応じて、材料・膜厚・層数が異なり、設計自由度が金属膜に比べ広い。

【0058】また、裏電極の1つ毎に能動素子が形成さ

れる場合、反射型の液晶光学素子に入射した光が直接能動素子に到達しないよう、遮光膜としての機能も果たす。その結果、光導電効果の大きなアモルファスシリコン等の能動素子を用いた場合でも、別途遮光層を設けなくとも、光誘起電流の発生を低減することができる。

【0059】反射型の液晶光学素子の透過状態の画素の部分では、光が透過し、反射膜で正規反射した後空気側に出射してくる。この直進光は拡散光を減ずる装置である絞り18を通過する光となるので、投射スクリーン上で明るく表示される。一方、散乱状態の画素の部分では、光が散乱されて、拡散光として出射してくる。この光はほとんどが拡散光を減ずる装置である第の開口絞り18を通過できないので、投射スクリーン上で暗く見えることになる。

【0060】本発明の投射型光学装置は、光源系からの光を反射型の液晶光学素子に入射させ、その反射して出射した光を用いるものであればよい。このため、大型の投射スクリーンに画像を投射する表示装置のみでなく、反射型光変調器をも含むものである。

【0061】

【作用】本発明では、投射型光学装置の用途に最適化された高い光学特性を有する液晶光学素子を採用し、素子自体の特性として高コントラスト比が得られる。そして、この反射型の液晶光学素子に接合された平凸レンズが偏心レンズでありその凸面からの反射光が投射像に重畳しない構成となっているため、暗レベル画面での明るいスポットが発生することがなく、均一な黒表示、すなわち均一なコントラスト比が得られる。以下、実施例により、本発明を具体的に説明する。

【0062】

【実施例】

(実施例1) 図1～図3に、本発明の第1の実施例である投射型表示装置100を示す。本実施例で用いる楕円鏡12、プリズム17、偏心平凸レンズ14の構成を以下に説明する。まず、楕円鏡12は第1焦点距離 $f_1 = 15\text{mm}$ 、第2焦点距離 $f_2 = 70\text{mm}$ 、深さ $H = 30\text{mm}$ の形状に加工されてバイレックスガラスの内面にコールドミラーが形成されている。

【0063】プリズム17は、BK7ガラスを頂角 114° 、直径 30mm 、高さ 12mm の円錐体形状で、光入射面には波長 400nm 以下の紫外線をカットするフィルタが形成され、出射面には可視波長帯の反射防止膜が形成されている。

【0064】偏心平凸レンズ14は焦点距離 $f = 120\text{mm}$ の平凸形状のBK7であり、元のレンズの直径が 92mm で、図5に示すように回転軸対称の形態のものから回転対称軸を含まないように縦 40mm 横 45mm に2個切り出した長方形とする。

【0065】この偏心平凸レンズ14の切断面には黒色塗料を塗布し、側面に入射した光は吸収されるようにす

る。また、凸面には可視域用の反射防止膜が形成されている。このような偏心平凸レンズ14の平面側を、表示部形状が30.5mm×40.6mmで対角長が2インチである液晶光学素子15の表電極基板151に屈折率1.52のカップリングオイルを用いて接合して光変調手段を形成する。

【0066】この場合、光源系から出射された光の光軸AXが、液晶光学素子の反射電極面の垂線に一致するように光源系と反射型の液晶光学素子とが配置され、偏心平凸レンズ14の対称軸CXが偏心してAXと一致していないため、液晶光学素子15が透明時に、その反射電極面で正規反射された後、偏心平凸レンズ14を透過した光の光軸BXは結果的にAXに対して約18°程度傾いて出射され、第2の開口絞り18を通過する光が投射レンズによりスクリーンへ投射する。

【0067】楕円鏡12の第2焦点位置にプリズム17と第1の絞り13を設置し、上記の各光学部品を図1～図3のように配置する。第1の絞り13はその開口直径が可変となる虹彩絞りとする。また、光学素子の反射光が偏心性の平凸レンズ14によって集光され、第1の絞り13の開口部の像が結像される位置に第2の絞り18を、その開口部が第1の絞り13の開口部の像とほぼ一致するように設置する。

【0068】この第2の絞り18の開口部を透過した光が投射レンズ19を通してスクリーン上に投射される。第2の絞り18は投射レンズ19と分離して配置しても構わないが投射レンズの隣位置に配置されることが好ましい。

【0069】第1の絞り13の開口部直径をa、第2の絞り18の開口部直径をbとすると、表示素子入射光の分散角 Φ と投射光の指向性を示す集光角 δ は偏心平凸レンズの焦点距離fを用いて、次の(式2)、(式3)で規定される。

【0070】

$$\text{【数2】} \tan(\Phi) = a/f \quad \dots (式2)$$

$$\tan(\delta) = b/f \quad \dots (式3)$$

【0071】ここで、 $\Phi = \delta$ となるように第1の開口絞り13と第2の開口絞り18の開口径a、bを同時に調整した。光源11としては、放電発光型のメタルハライドランプを用いる。その消費電力は150Wでアーク発光電極長が3mmのDC放電ランプである。

【0072】このような構成により、平凸レンズに形成された反射防止膜の残留反射率が0.5%程度以上の場合でも、投射像の黒表示レベルは全面に一樣な黒表示が可能となる。

【0073】分散角 Φ =集光角 δ の設定で、第1の絞り13と第2の絞り18を連動して変えることにより、集光角 δ を4°から10°へと変化させた場合、投射像の黒表示レベルの一樣性を保ったまま、コントラスト比と明るさを調整ことが可能である。すなわち、集光角 δ を

小さく設定した場合は明るさは低下するが100以上のコントラスト比が達成されるため、比較的暗い部屋で鮮明な画像が得られる。

【0074】一方、集光角 δ を大きく設定した場合はコントラスト比は低下するが明るさが向上するため、比較的明るい部屋では実際のコントラスト比が向上し、鮮明な画像が得られる。本実施例では光源として放電発光型のメタルハライドランプを用いる例を示したが、それ以外に、超高圧水銀ランプやキセノンランプや無電極マイクロ波放電ランプおよびフィラメント発光型のハロゲンランプ等もよい。

【0075】本例に用いる透過散乱型の光学素子は、電圧の印加状態により、透過状態と散乱状態とをとりうる平面型のものであれば使用できる。具体的には、上述した光励起重合相分離法によって形成したLC/PCで、立ち上がり時間が40ms、電圧除去の立ち下がり時間が15ms程度のものを用いることが好ましい。透過率は78%、ヘイズ値は82%程度のものとする。

【0076】また、駆動素子として、駆動電圧が8V TFTを用いる。画素数は640×480のVGAサイズとする。また、電極として入射面側にITO、反射機能層兼用のアルミニウムの反射電極を形成する。

【0077】投射型表示装置は、別置したスクリーンに投射するように配置される。この場合、前面投射型（観察者が投射型光学装置側に位置して見る）であっても、背面投射型（観察者が投射型光学装置と反対側に位置して見る）であってもよい。

【0078】この透過散乱型の光学素子を全面ベタ電極の光学素子としたり、簡単な電極パターンニングを施した光学素子に形成して、これを照明装置として用いることができる。例えば、図1の装置自体をそのような構成とし、壁、天井等に埋め込んで配置しておくことにより、高速で色を変化させずに調光することができる。

【0079】本実施例において、カラー表示を実現するためには、表示面が反射表示画素からなる透過散乱型の光学素子15の画素毎にRGBのモザイク・カラーフィルタを形成し、各色画素にRGBの画像信号を印加してカラー画像とすればよい。

【0080】（実施例2）実施例1では、透過散乱型の光学素子15を単体で用いる例を示したが、各色毎に複数の光学素子15を用いフルカラー表示を行うこともできる。複数の透過散乱型の光学素子を各色毎に設けた場合には、ダイクロイックミラーやダイクロイックプリズム等で合成してから投射するように構成してもよいし、個々に投射してスクリーン上で合成されるようにしてもよいが、合成してから投射する方が光軸が一本になるので、小型で携帯を必要とする用途においては有利である。

【0081】RGB各色毎に3個の透過散乱型の表示素子（15B、15G、15R）を用いた場合の投射型表

示装置200の例の平面図を図6に、側面図を図7に示す。

【0082】ここでは、R波長光を反射しGとBの波長光を透過するダイクロイックミラー41とB波長光を反射しG波長光を透過するダイクロイックミラー42とを入射光の光軸に対して入射角が30度になるよう、また各々のダイクロイックミラー41と42が60°の角度をなすように配置されている。

【0083】そして、R用の反射型液晶表示素子15Rと偏心平凸レンズ14Rがダイクロイックミラー41の反射面に対して面对称位置に配置され、B用の反射型液晶表示素子15Bと偏心性の平凸レンズ14Bがダイクロイックミラー42の反射面に対して面对称位置に配置されている。このような構成とすることによりダイクロイックミラー41、42を色分離系および色合成系として共用できるため、小型化しやすい。

【0084】このようなダイクロイックミラーを用いたRGB3板反射型表示素子構成とすることにより、実施例1の単板反射型表示素子構成に比べて、RGBの色純度を保ったまま高い光利用効率を実現できる。

【0085】

【発明の効果】本発明によって、従来得られなかった高輝度、かつきれいな投射表示が可能になる。基本的には、従来困難であった、コントラスト比の面内均一性を向上できるようになる。また、投射画面の明るさは1000ANSIルーメン程度が可能となる。また、フルカラーの色純度の発色も良好で、高品位の高密度カラー表示を達成できる。

【0086】本発明では、偏心平凸レンズの凸面の界面反射が残留する場合であっても、安定して均一な黒表示が可能となる。特に、単板の反射型表示素子を用いた投射型表示装置を構成する場合、可視波長帯全域で低反射性の反射防止膜を安定して作成することは困難なため、偏心性レンズを用いて、レンズ凸面の界面反射をスクリーンに到達させないことが表示品位を大きく向上させる。

【0087】本発明は、このほか、本発明の効果を損しない範囲内で種々の応用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の投射型表示装置の第1の構成例を示す斜視図。

【図2】本発明の投射型表示装置の第1の構成例を示す平面図。

【図3】本発明の投射型表示装置の第1の構成例を示す側面図。

【図4】本発明の投射型表示装置の光学素子とレンズの構成例を示す断面図。

【図5】本発明の投射型表示装置に用いられる偏心平凸レンズの作製例を示すブロック図。

【図6】本発明の投射型表示装置の第2の構成例を示す平面図。

【図7】本発明の投射型表示装置の第2の構成例を示す側面図。

【図8】従来技術の投射型表示装置の構成例を示す平面図。

【図9】従来技術の投射型表示装置の構成例を示す側面図。

【符号の説明】

1：光源系

2：光変調手段

3：投射光学系

4：色分離合成系

11：光源

12：楕円鏡

13：第1の開口絞り

14、14R、14B、14G：偏心平凸レンズ

15、15B、15G、15R：光学素子

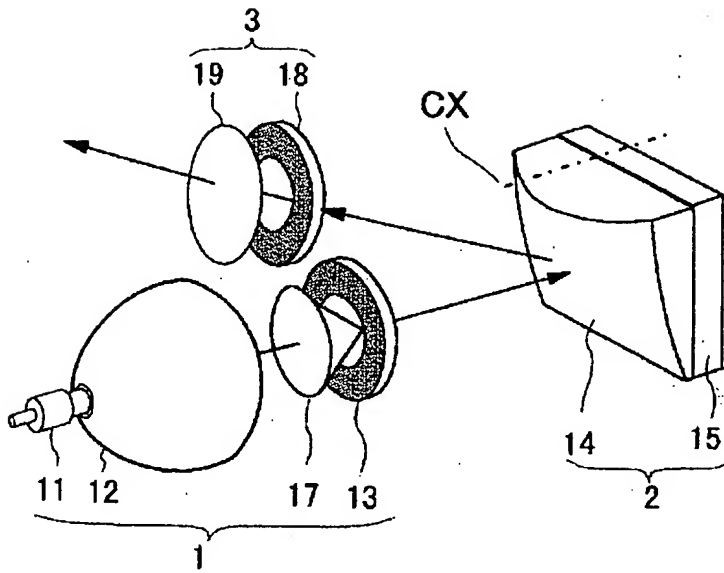
17：錐体状プリズム

18：第2の開口絞り

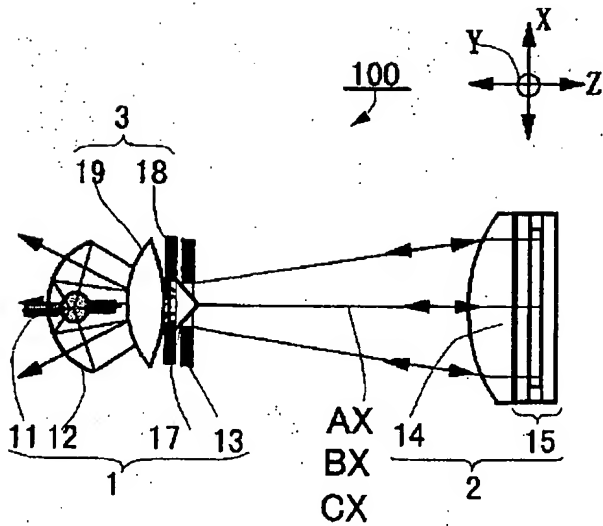
19：投射レンズ

41、42：ダイクロイックミラー

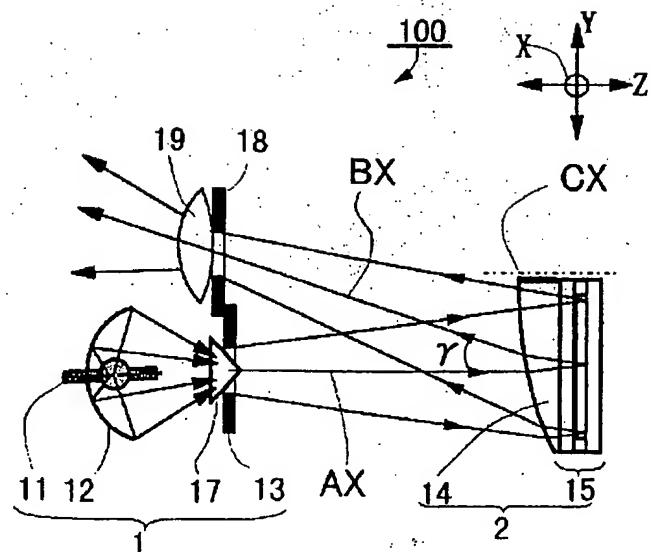
【図1】



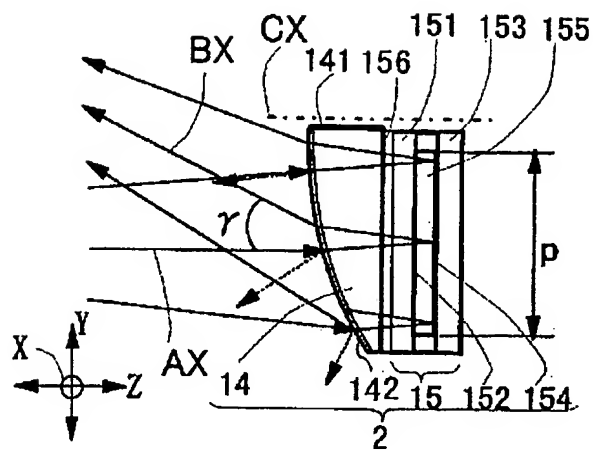
【図2】



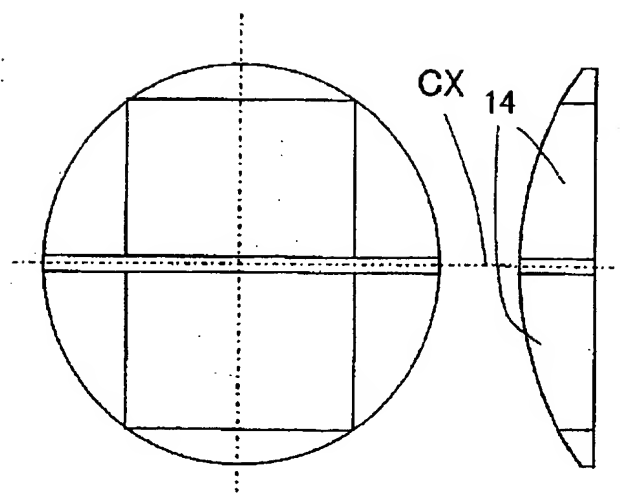
【図3】



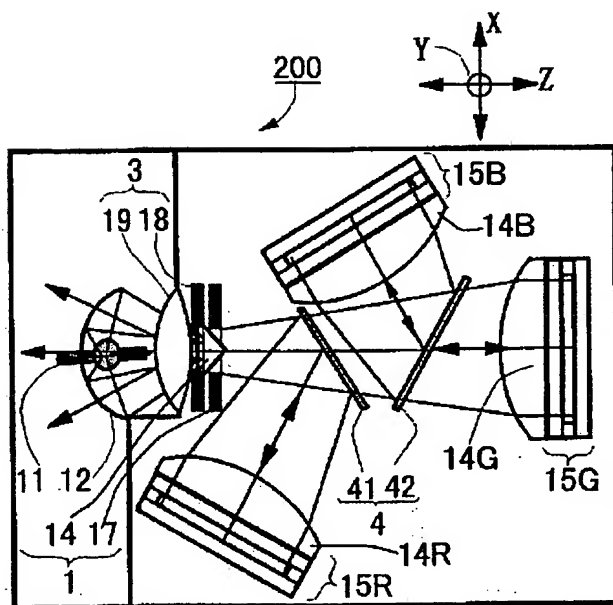
【図4】



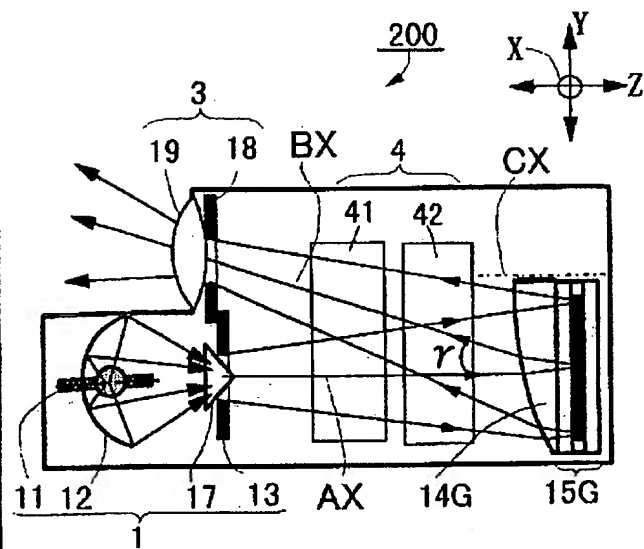
【図5】



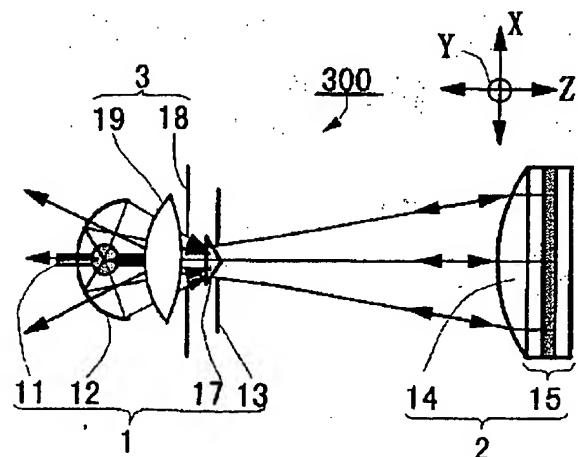
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

